

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2003-283394

(P2003-283394A)

(43) 公開日 平成15年10月3日 (2003.10.3)

| (51) Int.Cl. <sup>7</sup> | 識別記号 | F I           | ページ・ト (参考)  |
|---------------------------|------|---------------|-------------|
| H 0 4 B 7/06              |      | H 0 4 B 7/06  | 5 J 0 2 1   |
| H 0 1 Q 3/26              |      | H 0 1 Q 3/26  | Z 5 K 0 2 2 |
| 25/00                     |      | 25/00         | 5 K 0 5 9   |
| H 0 4 J 15/00             |      | H 0 4 J 15/00 |             |

審査請求 未請求 請求項の数26 O L (全 16 頁)

(21) 出願番号 特願2002-88967 (P2002-88967)

(22) 出願日 平成14年3月27日 (2002.3.27)

(71) 出願人 000004237

日本電気株式会社

東京都港区芝五丁目7番1号

(72) 発明者 丸田 靖

東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内

(74) 代理人 100109313

弁理士 机 昌彦 (外2名)

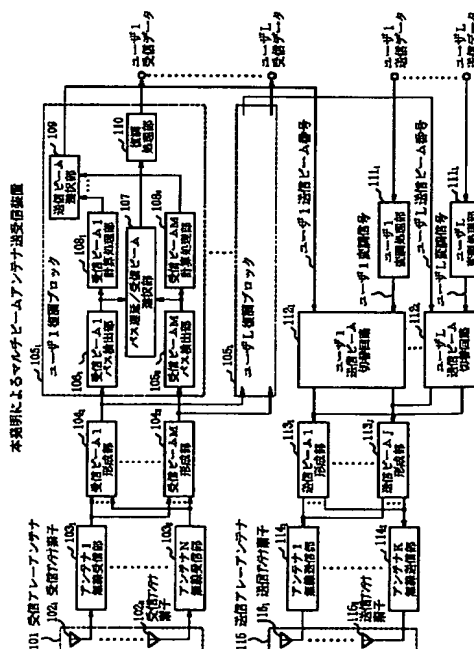
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 マルチビームアンテナ送受信装置及び送受信方法並びに送信ビーム選択方法

(57) 【要約】

【課題】 マルチパス環境においても最適な送信ビームを選択する。

【解決手段】 アンテナ1無線受信部103<sub>N</sub>、受信ビーム1形成部104<sub>1</sub>～受信ビームM形成部104<sub>M</sub>、ユーザ1復調ブロック105<sub>1</sub>～ユーザL復調ブロック105<sub>L</sub>、ユーザ1変調処理部111<sub>1</sub>～ユーザL変調処理部111<sub>L</sub>、ユーザ1送信ビーム切替回路112<sub>1</sub>～ユーザL送信ビーム切替回路112<sub>L</sub>、送信ビーム1形成部113<sub>1</sub>～送信ビームJ形成部113<sub>J</sub>、アンテナ1無線送信部114<sub>1</sub>～アンテナK無線送信部114<sub>K</sub>で構成する。ユーザ1復調ブロック105<sub>1</sub>～ユーザL復調ブロック105<sub>L</sub>は、受信ビーム1バス検出部106<sub>1</sub>～受信ビームMバス検出部106<sub>M</sub>、バス遅延/受信ビーム選択部107、受信ビーム1計算処理部108<sub>1</sub>～受信ビームM計算処理部108<sub>M</sub>、送信ビーム選択部109、復調処理部110で構成する。



BEST AVAILABLE COPY

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 複数の受信ビームと複数の送信ビームとを備えるマルチビームアンテナ送受信装置であって、前記複数の受信ビームに存在するユーザ信号のパス遅延の受信品質から計算した総受信品質に基づいて、前記送信ビームを選択することを特徴とするマルチビームアンテナ送受信装置。

【請求項2】 複数の受信ビームと複数の送信ビームとを備えるマルチビームアンテナ送受信装置であって、前記複数の受信ビームに存在するユーザ信号の受信品質から計算した総受信品質に基づいて前記受信ビームを選択し、選択された前記受信ビームの方向に合致する方向又は近接する方向を有する前記送信ビームを選択することを特徴とするマルチビームアンテナ送受信装置。

【請求項3】 前記受信品質の指標として受信電力又はSIR (Signal to Interference Ratio : 信号対干渉電力比) を用いることを特徴とする請求項1又は2に記載のマルチビームアンテナ送受信装置。

【請求項4】 受信アンテナ素子を配置した受信アレーアンテナと、前記受信アンテナ素子の出力を入力とし、入力した信号を受信処理して出力する無線受信手段と、前記無線受信手段の出力を入力として受信ビームを形成する受信ビーム形成手段と、前記受信ビーム形成手段の出力を入力とし、前記受信ビームに存在するユーザ信号のパス遅延／受信ビーム番号における総受信品質を計算してユーザ送信ビーム番号を出力し、前記パス遅延／受信ビーム番号を用いてユーザ受信データを出力するユーザ復調手段と、ユーザ送信データを入力し、変調処理を行ってユーザ変調信号を出力するユーザ変調処理手段と、前記ユーザ送信ビーム番号及び前記ユーザ変調信号を入力し、前記ユーザ送信ビーム番号に相当する送信ビームが形成されるように前記ユーザ変調信号を出力するユーザ送信ビーム切替手段と、前記ユーザ送信ビーム切替手段の出力を入力とし、前記送信ビームを形成する送信ビーム形成手段と、前記送信ビーム形成手段の出力を入力とし、入力した信号を送信処理して出力する無線送信手段と、前記無線送信手段の出力を送信する送信アンテナ素子を配置した送信アレーアンテナと、を備えることを特徴とするマルチビームアンテナ送受信装置。

【請求項5】 前記ユーザ復調手段において、前記受信ビーム形成手段の出力からユーザ毎のパス遅延を検出し、前記パス遅延／受信ビーム番号を出力する受信ビームパス検出手段と、前記受信ビームパス検出手段の出力である前記パス遅延／受信ビーム番号におけるユーザ信号の受信品質から復調に用いる前記パス遅延／受信ビーム番号を選択するパス遅延／受信ビーム選択手段と、前記パス遅延／受信ビーム選択手段から通知された前記パス遅延／受信ビーム番号を用いて復調を行う復調処理手段と、前記受信ビームパス検出手段の出力である前記パ

ス遅延／受信ビーム番号におけるユーザ信号の受信品質から前記受信ビーム毎のユーザ信号の総受信品質を計算する受信ビーム計算処理手段と、前記受信ビーム計算処理手段から通知された前記受信ビーム毎のユーザ信号の総受信品質から前記送信ビームを選択し前記ユーザ送信ビーム切替手段に通知する送信ビーム選択手段と、を備えることを特徴とする請求項4に記載のマルチビームアンテナ送受信装置。

【請求項6】 前記受信ビーム計算処理手段において、前記受信ビームパス検出手段の出力である前記パス遅延／受信ビーム番号におけるユーザ信号の受信品質から前記受信ビーム毎のユーザ信号の総受信品質を計算する際に、受信品質の指標として受信電力を用い、総受信品質として総受信電力を計算することを特徴とする請求項5に記載のマルチビームアンテナ送受信装置。

【請求項7】 前記受信ビーム計算処理手段において、前記受信ビームパス検出手段の出力である前記パス遅延／受信ビーム番号におけるユーザ信号の受信品質から前記受信ビーム毎のユーザ信号の総受信品質を計算する際に、受信品質の指標としてSIRを用い、総受信品質として総SIRを計算することを特徴とする請求項5に記載のマルチビームアンテナ送受信装置。

【請求項8】 前記受信ビーム計算処理手段において、前記受信ビームパス検出手段の出力である前記パス遅延／受信ビーム番号におけるユーザ信号の受信品質から前記受信ビーム毎にユーザ信号の総受信品質を計算する際、一定の基準に基づいて選択した前記パス遅延／受信ビーム番号における受信品質を用いて前記受信ビーム毎にユーザ信号の総受信品質を計算することを特徴とする請求項5に記載のマルチビームアンテナ送受信装置。

【請求項9】 前記受信ビーム計算処理手段において、前記一定の基準に基づいて選択した前記パス遅延／受信ビーム番号として受信品質の優れた上位P個 (Pは2以上の整数) の前記パス遅延／受信ビーム番号を選択することを特徴とする請求項8に記載のマルチビームアンテナ送受信装置。

【請求項10】 前記受信ビーム計算処理手段において、前記一定の基準に基づいて選択した前記パス遅延／受信ビーム番号として受信品質が一定の受信品質基準を満たす最大Q個 (Qは2以上の整数) までの前記パス遅延／受信ビーム番号を選択することを特徴とする請求項8に記載のマルチビームアンテナ送受信装置。

【請求項11】 前記受信ビーム計算処理手段において、前記一定の基準に基づいて選択した前記パス遅延／受信ビーム番号として、前記パス遅延／受信ビーム選択手段で選択された前記パス遅延／受信ビーム番号を用いることを特徴とする請求項8に記載のマルチビームアンテナ送受信装置。

【請求項12】 複数の受信ビームと複数の送信ビームとを備えるマルチビームアンテナ送受信方法であって、

前記複数の受信ビームに存在するユーザ信号のパス遅延の受信品質から計算した総受信品質に基づいて、前記送信ビームを選択することを特徴とするマルチビームアンテナ送受信方法。

【請求項13】 複数の受信ビームと複数の送信ビームとを備えるマルチビームアンテナ送受信方法であって、前記複数の受信ビームに存在するユーザ信号の受信品質から計算した総受信品質に基づいて前記受信ビームを選択し、選択された前記受信ビームの方向に合致する方向又は近接する方向を有する前記送信ビームを選択すること

を特徴とするマルチビームアンテナ送受信方法。

【請求項14】 前記受信品質の指標として受信電力又はSIRを用いることを特徴とする請求項12又は13に記載のマルチビームアンテナ送受信方法。

【請求項15】 受信アレーアンテナを構成する受信アンテナ素子の出力を入力とし、入力した信号を受信処理して出力する無線受信ステップと、前記無線受信ステップの出力を入力として受信ビームを形成する受信ビーム形成ステップと、前記受信ビーム形成ステップの出力を入力とし、前記受信ビームに存在するユーザ信号のパス遅延／受信ビーム番号における総受信品質を計算してユーザ送信ビーム番号を出力し、前記パス遅延／受信ビーム番号を用いてユーザ受信データを出力するユーザ復調ステップと、ユーザ送信データを入力し、変調処理を行ってユーザ変調信号を出力するユーザ変調処理ステップと、前記ユーザ送信ビーム番号及び前記ユーザ変調信号を入力し、前記ユーザ送信ビーム番号に相当する送信ビームが形成されるように前記ユーザ変調信号を出力するユーザ送信ビーム切替ステップと、前記ユーザ送信ビーム切替ステップの出力を入力とし、前記送信ビームを形成する送信ビーム形成ステップと、前記送信ビーム形成ステップの出力を入力とし、入力した信号を送信処理して送信アレーアンテナを構成する送信アンテナ素子へ出力する無線送信ステップと、を備えることを特徴とするマルチビームアンテナ送受信方法。

【請求項16】 前記ユーザ復調ステップにおいて、前記受信ビーム形成ステップの出力からユーザ毎のパス遅延を検出し、前記パス遅延／受信ビーム番号を出力する受信ビームパス検出ステップと、前記受信ビームパス検出ステップの出力である前記パス遅延／受信ビーム番号におけるユーザ信号の受信品質から復調に用いる前記パス遅延／受信ビーム番号を選択するパス遅延／受信ビーム選択ステップと、前記パス遅延／受信ビーム選択ステップから通知された前記パス遅延／受信ビーム番号を用いて復調を行う復調処理ステップと、前記受信ビームパス検出ステップの出力である前記パス遅延／受信ビーム番号におけるユーザ信号の受信品質から前記受信ビーム毎のユーザ信号の総受信品質を計算する受信ビーム計算処理ステップと、前記受信ビーム計算処理ステップから通知された前記受信ビーム毎のユーザ信号の総受信品質

から前記送信ビームを選択し前記ユーザ送信ビーム切替ステップに通知する送信ビーム選択ステップと、を備えることを特徴とする請求項15に記載のマルチビームアンテナ送受信方法。

【請求項17】 前記受信ビーム計算処理ステップにおいて、前記受信ビームパス検出ステップの出力である前記パス遅延／受信ビーム番号におけるユーザ信号の受信品質から前記受信ビーム毎のユーザ信号の総受信品質を計算する際に、受信品質の指標として受信電力を用い、総受信品質として総受信電力を計算することを特徴とする請求項14に記載のマルチビームアンテナ送受信方法。

【請求項18】 前記受信ビーム計算処理ステップにおいて、前記受信ビームパス検出ステップの出力である前記パス遅延／受信ビーム番号におけるユーザ信号の受信品質から前記受信ビーム毎のユーザ信号の総受信品質を計算する際に、受信品質の指標としてSIRを用い、総受信品質として総SIRを計算することを特徴とする請求項16に記載のマルチビームアンテナ送受信方法。

【請求項19】 前記受信ビーム計算処理ステップにおいて、前記受信ビームパス検出ステップの出力である前記パス遅延／受信ビーム番号におけるユーザ信号の受信品質から前記受信ビーム毎にユーザ信号の総受信品質を計算する際、一定の基準に基づいて選択した前記パス遅延／受信ビーム番号における受信品質を用いて前記受信ビーム毎にユーザ信号の総受信品質を計算することを特徴とする請求項16に記載のマルチビームアンテナ送受信方法。

【請求項20】 前記受信ビーム計算処理ステップにおいて、前記一定の基準に基づいて選択した前記パス遅延／受信ビーム番号として受信品質の優れた上位P個（Pは2以上の整数）の前記パス遅延／受信ビーム番号を選択することを特徴とする請求項19に記載のマルチビームアンテナ送受信方法。

【請求項21】 前記受信ビーム計算処理ステップにおいて、前記一定の基準に基づいて選択した前記パス遅延／受信ビーム番号として受信品質が一定の受信品質基準を満たす最大Q個（Qは2以上の整数）までの前記パス遅延／受信ビーム番号を選択することを特徴とする請求項19に記載のマルチビームアンテナ送受信方法。

【請求項22】 前記受信ビーム計算処理ステップにおいて、前記一定の基準に基づいて選択した前記パス遅延／受信ビーム番号として、前記パス遅延／受信ビーム選択ステップで選択された前記パス遅延／受信ビーム番号を用いることを特徴とする請求項19に記載のマルチビームアンテナ送受信方法。

【請求項23】 受信ビームの出力からユーザの送信ビームを選択する送信ビーム選択方法であって、前記受信ビームに存在する前記ユーザの信号のパス遅延の受信品質から計算した総受信品質に基づいて、前記送信ビーム

を選択することを特徴とする送信ビーム選択方法。

【請求項24】 受信ビームの出力からユーザの送信ビームを選択する送信ビーム選択方法であって、前記受信ビームに存在する前記ユーザの信号のパス遅延の受信品質から計算した総受信品質に基づいて前記受信ビームを選択し、選択された前記受信ビームの方向に合致する方向又は近接する方向を有する前記送信ビームを選択することを特徴とする送信ビーム選択方法。

【請求項25】 請求項1から11のいずれかに記載のマルチビームアンテナ送受信装置を具備することを特徴とする基地局。

【請求項26】 請求項1から11のいずれかに記載のマルチビームアンテナ送受信装置を具備することを特徴とする移動局。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明はアンテナ指向性制御により、他ユーザ干渉を抑圧するアレーアンテナ送受信装置に関し、特に複数の固定指向性パターン（マルチビーム）から送受信指向性を選択するマルチビームアンテナ送受信装置及び送受信方法並びに送信ビーム選択方法に関する。

【0002】

【従来の技術】セルラ移動通信システムなどにおいて、信号の高速／高品質化、加入者容量の増大を目指し、複数のアンテナ素子から成るアレーアンテナ送受信装置を用いて、希望信号方向に対しては送受信利得を大きくし、その他の方向に対しては送受信利得を小さくするような指向性パターン（ビーム）を形成する方式が検討されている。複数の固定指向性パターン（マルチビーム）から送受信ビームを選択するマルチビーム方式は、その一方式である。

【0003】この種のマルチビームアンテナ送受信装置では、例えば「無線基地局のマルチビームアンテナシステム」（特開平11-266228号公報）に開示されているように、受信時には複数の固定受信ビームの中から受信品質の優れた遅延パスの存在する受信ビームを選択して受信を行い、送信時には受信時に選択したパス遅延／受信ビーム番号の組の中から、受信品質の優れた組と同一方向の送信ビームを選択して送信を行う。

【0004】図7は、従来のマルチビームアンテナ送受信装置の一例を示すブロック図である。従来のマルチビームアンテナ送受信装置は、受信アレーアンテナ201と、受信アンテナ素子202<sub>1</sub>～202<sub>N</sub>に対応するアンテナ1無線受信部203<sub>1</sub>～アンテナN無線受信部203<sub>N</sub>と、受信ビーム1形成部204<sub>1</sub>～受信ビームM形成部204<sub>M</sub>（受信ビーム形成部204とも称す）と、ユーザ1復調ブロック205<sub>1</sub>～ユーザL復調ブロック205<sub>L</sub>（ユーザ復調ブロック205とも称す）と、ユーザ1変調処理部211<sub>1</sub>～ユーザL変調処理部211

と、ユーザ1送信ビーム切替回路212<sub>1</sub>～ユーザL送信ビーム切替回路212<sub>L</sub>と、送信ビーム1形成部213<sub>1</sub>～送信ビームJ形成部213<sub>J</sub>と、送信アンテナ素子216<sub>1</sub>～216<sub>K</sub>に対応するアンテナ1無線送信部214<sub>1</sub>～アンテナK無線送信部214<sub>K</sub>と、送信アレーアンテナ215とから構成される。

【0005】受信アレーアンテナ201は、N個の受信アンテナ素子202<sub>1</sub>～202<sub>N</sub>から構成される。受信アンテナ素子202<sub>1</sub>～202<sub>N</sub>のアンテナ素子単体での水平面内および垂直面内指向性に制限はなく、例としてはオムニ（無指向性）、ダイポール（双極指向性）が挙げられる。N個の受信アンテナ素子202<sub>1</sub>～202<sub>N</sub>は、各々のアンテナ素子の受信信号が相関を有するように近接して配置される。ここで、受信アレーアンテナ201は、N個の受信アンテナ素子202<sub>1</sub>～202<sub>N</sub>が近接して配置されていれば、受信アンテナ素子の数、および配置の仕方に制限はない。配置の仕方の例としては搬送波の半波長間隔の円状配置、線状配置が挙げられる。

【0006】N個の受信アンテナ素子202<sub>1</sub>～202<sub>N</sub>によって受信された各信号には、希望ユーザ信号成分と複数の干渉信号成分、及び熱雑音が含まれている。さらに希望ユーザ信号成分、干渉信号成分それぞれに複数のマルチパス成分が存在する。通常、これらの信号成分（希望ユーザ信号成分、干渉信号成分）は異なる方向から到来する。そのため、希望ユーザ信号のパス遅延と受信ビーム番号（パス遅延／受信ビーム番号）の組は複数存在する。

【0007】アンテナ1無線受信部203<sub>1</sub>～アンテナN無線受信部203<sub>N</sub>は、ローノイズアンプ、帯域制限フィルタ、ミキサ、局部発振器、AGC（Auto Gain Controller）、直交検波器、低域通過フィルタ、アナログ／デジタル変換器などから構成される。ここで、アンテナ1無線受信部203<sub>1</sub>を例にとると、アンテナ1無線受信部203<sub>1</sub>は、受信アンテナ素子202<sub>1</sub>の出力を入力とし、入力信号の増幅、無線帯域から基底帯域への周波数変換、直交検波、アナログ／デジタル変換などの受信処理を行い、受信ビーム1形成部204<sub>1</sub>～受信ビームM形成部204<sub>M</sub>へと出力する。

【0008】受信ビーム1形成部204<sub>1</sub>～受信ビームM形成部204<sub>M</sub>は、アンテナ1無線受信部203<sub>1</sub>～アンテナN無線受信部203<sub>N</sub>の出力を入力とし、入力信号に対して受信ビーム形成部毎に異なる固定受信ビームを形成し、ユーザ1復調ブロック205<sub>1</sub>～ユーザL復調ブロック205<sub>L</sub>へと出力する。固定受信ビームの数、形状、および固定受信ビームの形成方法に制限はなく、固定受信ビームの形状の例としては直交マルチビームがあり、固定受信ビームの形成方法の例としてはデジタル演算により各入力信号に固定複素ビーム重みを乗じ総和を求める手法（デジタルビームフォーミング）

が挙げられる。また、図7では受信ビーム1形成部204<sub>1</sub>～受信ビームM形成部204<sub>M</sub>がアンテナ1無線受信部203<sub>1</sub>～アンテナN無線受信部203<sub>N</sub>の後段にあり、基底帯域のデジタル信号に対してビーム形成を行っているが、パトラマトリクス等の無線帯域におけるビーム形成法を用いることも可能である。

【0009】受信ビーム1形成部204<sub>1</sub>～受信ビームM形成部204<sub>M</sub>は、すべてのユーザ信号（ユーザ1信号～ユーザL信号）成分とユーザ信号のマルチパス成分を含んだ状態の入力信号に対して、受信ビーム形成部204毎に異なる固定受信ビームを形成して、到来方向毎に入力信号を分離する。

【0010】ユーザ1復調ブロック205<sub>1</sub>～ユーザL復調ブロック205<sub>L</sub>は、受信ビーム1パス検出部206<sub>1</sub>～受信ビームMパス検出部206<sub>M</sub>と、バス遅延/受信ビーム選択部207と、送信ビーム選択部209と、復調処理部210とから構成される。

【0011】ユーザ1復調ブロック205<sub>1</sub>～ユーザL復調ブロック205<sub>L</sub>は、ユーザ毎に対応してユーザ1受信データ～ユーザL受信データ（ユーザ受信データ）を出力する。ユーザ復調ブロック205それぞれの機能は同一なので、以下、ユーザ1復調ブロック205<sub>1</sub>を例に挙げて説明する。

【0012】ユーザ1復調ブロック205<sub>1</sub>は、受信ビーム1形成部204<sub>1</sub>～受信ビームM形成部204<sub>M</sub>の出力を入力とし、ユーザ1送信ビーム番号とユーザ1受信データとを出力する。

【0013】受信ビーム1パス検出部206<sub>1</sub>～受信ビームMパス検出部206<sub>M</sub>は、受信ビーム1形成部204<sub>1</sub>～受信ビームM形成部204<sub>M</sub>の出力を入力とし、それぞれの入力信号におけるユーザ信号のバス遅延を検出し、検出したバス遅延におけるユーザ信号の受信品質を測定して、バス遅延/受信ビーム選択部207へと出力する。ここで、それぞれの入力信号にはユーザ1信号～ユーザL信号が多重され、さらに伝搬遅延による各ユーザ信号のマルチパス成分が多重されている。

【0014】受信ビーム1パス検出部206<sub>1</sub>～受信ビームMパス検出部206<sub>M</sub>は、ユーザ信号の既知のシンボル（パイロットシンボル等）のみを用いて、バス検出および検出したバス遅延におけるユーザ信号の受信品質の測定を行うことも可能である。

【0015】バス遅延/受信ビーム選択部207は、受信ビーム1パス検出部206<sub>1</sub>～受信ビームMパス検出部206<sub>M</sub>の出力であるバス遅延/受信ビーム番号におけるユーザ信号の受信品質情報を入力とし、ユーザ信号の受信品質に基づいて復調に用いるバス遅延/受信ビーム番号の組を選択して、選択したバス遅延/受信ビーム番号におけるユーザ信号の受信品質情報を送信ビーム選択部209と復調処理部210へと出力する。

【0016】送信ビーム選択部209は、バス遅延/受

信ビーム選択部207の出力であるバス遅延/受信ビーム番号におけるユーザ信号の受信品質情報を入力とし、受信品質の優れた遅延バスの存在する受信ビームと同一方向の送信ビーム番号をユーザ1送信ビーム切替回路212<sub>1</sub>へと出力する。

【0017】一般に、復調に用いるバス遅延/受信ビーム番号の組の数よりも、選択される送信ビームの数は少ない。送信ビームの数が1という場合も多い。理由は、複数ビームでの送信による他ユーザへの干渉を低減するためである。

【0018】復調処理部210は、バス遅延/受信ビーム選択部207の出力であるバス遅延/受信ビーム番号におけるユーザ信号の受信品質情報を入力とし、入力されたバス遅延/受信ビーム番号に基づいて復調処理を行い、ユーザ1受信データを出力する。

【0019】ユーザ1変調処理部211<sub>1</sub>～ユーザL変調処理部211<sub>L</sub>は、それぞれユーザ1送信データ～ユーザL送信データ（ユーザ送信データ）を入力とし、変調処理を行い、ユーザ1送信ビーム切替回路212<sub>1</sub>～ユーザL送信ビーム切替回路212<sub>L</sub>へと出力する。

【0020】ユーザ1送信ビーム切替回路212<sub>1</sub>～ユーザL送信ビーム切替回路212<sub>L</sub>は、ユーザ毎の送信ビーム選択部209の出力であるユーザ1送信ビーム番号～ユーザL送信ビーム番号と、ユーザ1変調処理部211<sub>1</sub>～ユーザL変調処理部211<sub>L</sub>の出力であるユーザ変調信号とを入力とし、送信ビーム1形成部213<sub>1</sub>～送信ビームJ形成部213<sub>J</sub>の中からユーザ毎の送信ビーム番号に相当する送信ビーム形成部を選択してユーザ変調信号を出力する。

【0021】送信ビーム1形成部213<sub>1</sub>～送信ビームJ形成部213<sub>J</sub>は、ユーザ1送信ビーム切替回路212<sub>1</sub>～ユーザL送信ビーム切替回路212<sub>L</sub>の出力を入力とし、入力信号に対して送信ビーム1形成部213<sub>1</sub>～送信ビームJ形成部213<sub>J</sub>毎に異なる固定送信ビームを形成し、アンテナ1無線送信部214<sub>1</sub>～アンテナK無線送信部214<sub>K</sub>へと出力する。固定送信ビームの数、形状、および固定送信ビームの形成方法に制限はなく、固定送信ビームの形状の例としては直交マルチビーム、固定送信ビームの形成方法の例としてはデジタル演算により各入力信号に固定複素ビーム重みを乗じる手法（デジタルビームフォーミング）が挙げられる。また、図7では送信ビーム1形成部213<sub>1</sub>～受信ビームJ形成部213<sub>J</sub>がアンテナ1無線送信部214<sub>1</sub>～アンテナK無線送信部214<sub>K</sub>の前段にあり、基底帯域のデジタル信号に対してビーム形成を行っているが、パトラマトリクス等の無線帯域におけるビーム形成法を用いることも可能である。

【0022】アンテナ1無線送信部214<sub>1</sub>～アンテナK無線送信部214<sub>K</sub>は、アンプ、帯域制限フィルタ、ミキサ、局部発振器、直交変調、低域通過フィルタ、デ

ィジタル／アナログ変換器などから構成される。ここで、アンテナ1無線送信部214<sub>1</sub>を例にとると、アンテナ1無線送信部214<sub>1</sub>は、送信ビーム1形成部213<sub>1</sub>～送信ビームJ形成部213<sub>J</sub>の出力を入力とし、入力信号のディジタル／アナログ変換、直交変調、基底帯域から無線帯域への周波数変換、信号の増幅などの受信処理を行い、送信アンテナ素子216<sub>1</sub>へと出力する。

【0023】送信アレーアンテナ215は、K個の送信アンテナ素子216<sub>1</sub>～216<sub>K</sub>から構成される。送信アンテナ素子216<sub>1</sub>～216<sub>K</sub>のアンテナ素子単体での水平面内および垂直面内指向性に制限はなく、例としてはオムニ（無指向性）、ダイポール（双極指向性）が挙げられる。K個の送信アンテナ素子216<sub>1</sub>～216<sub>K</sub>は、各々のアンテナ素子の送信信号が相関を有するように近接して配置される。ここで、送信アレーアンテナ215は、K個の受信アンテナ素子216<sub>1</sub>～216<sub>K</sub>が近接して配置されていれば、配置の仕方に制限はない。例としては搬送波の半波長間隔の円状配置、線状配置が挙げられる。

【0024】K個の送信アンテナ素子216<sub>1</sub>～216<sub>K</sub>は、アンテナ1無線送信部214<sub>1</sub>～アンテナK無線送信部214<sub>K</sub>の出力であるそれぞれの送信ビームによるユーザ信号（ユーザ1信号～ユーザL信号）が多重された信号を入力とし、送信を行う。

【0025】図7に示した従来のマルチビーム送受信装置は、受信時には複数の固定受信ビームの中から受信品質の優れた遅延パスの存在する受信ビームを選択して受信を行い、送信時には受信時に選択したパス遅延／受信ビーム番号の組の中から、受信品質の優れた組と同一方向の送信ビームを選択して送信を行うことで、希望信号方向に対しては送受信利得を大きくし、その他の方向には送受信利得を小さくするようなビームを形成することができる。

【0026】

【発明が解決しようとする課題】問題点は、図7に示したような従来のマルチビームアンテナ送受信装置では、送信特性が劣化する、ということである。その理由は、受信時に選択したパス遅延／受信ビーム番号の組の中から、受信品質の優れたパス遅延／受信ビーム番号の組と同一方向の送信ビームを選択するため、マルチパス環境において最適な送信ビームを選択できないことにある。マルチパス環境下では、ユーザ信号成分には複数のマルチパス成分が存在する。通常、これらの信号成分は異なる方向から到来するので、それぞれの受信ビームに複数のマルチパス成分が含まれる。

【0027】ここで、従来のマルチビームアンテナ送受信装置では、受信時に選択したパス遅延／受信ビーム番号の組の中から、受信品質の優れたパス遅延／受信ビーム番号の組と同一方向の送信ビームを選択するが、受信ビーム毎の総受信品質を比較した場合、選択した受信ビ

ームとは別の受信ビームの方が総受信品質に優れる場合が起こりうる。ここで、総受信品質とは、受信ビームに含まれるマルチパス成分（パス遅延）毎の受信品質の部分又は全体を計算（例えば、加算）したものである。最適な送信ビームは、総受信品質の優れた受信ビームと合致（同一）する方向又は近接する方向の送信ビームであり、従来のマルチビームアンテナ送受信装置では、マルチパス環境下において最適な送信ビームを選択できないことになる。

【0028】以下、具体的に数値を示して説明するが、本発明は、この数値に限定されるものではない。

【0029】パス遅延／受信ビーム選択部207が、以下の4つのパス遅延／受信ビーム番号の組に対して、上位2つの組（組Ⅰ、組Ⅱ）を選択したとする。

【0030】組Ⅰ（パス遅延Ⅰ／受信ビーム1）の受信品質：10

組Ⅱ（パス遅延Ⅱ／受信ビーム2）の受信品質：8

組Ⅲ（パス遅延Ⅲ／受信ビーム2）の受信品質：5

組Ⅳ（パス遅延Ⅳ／受信ビーム1）の受信品質：1

その際、図7に示す従来のマルチビームアンテナ送受信装置では、送信ビーム選択部209が1つの送信ビームを選択すると、組Ⅰと組Ⅱの受信品質を比較して（10>8）受信ビーム1と同一方向の送信ビームを選択してしまう。しかし、受信ビーム毎の受信品質を計算して求めた総受信品質は受信ビーム2の方が優れており（受信ビーム1の総受信品質＝10+1<受信ビーム2の総受信品質＝8+5）、従来のマルチビームアンテナ送受信装置では、本当に最適な送信ビームを選択できないことになる。

【0031】本発明の目的は、マルチパス環境においても最適な送信ビームを選択し、送信特性及び回線品質の優れたマルチビームアンテナ送受信装置及び送受信方法並びに送信ビーム選択方法を提供することにある。

【0032】

【課題を解決するための手段】上記の目的を達成するために、本発明のマルチビームアンテナ送受信装置は、複数の受信ビームと複数の送信ビームとを備えるマルチビームアンテナ送受信装置であって、前記複数の受信ビームに存在するユーザ信号のパス遅延の受信品質から計算した総受信品質に基づいて、前記送信ビームを選択することを特徴とする。

【0033】本発明のマルチビームアンテナ送受信装置は、複数の受信ビームと複数の送信ビームとを備えるマルチビームアンテナ送受信装置であって、前記複数の受信ビームに存在するユーザ信号の受信品質から計算した総受信品質に基づいて前記受信ビームを選択し、選択された前記受信ビームの方向に合致する方向又は近接する方向を有する前記送信ビームを選択することを特徴とする。

【0034】本発明のマルチビームアンテナ送受信装置

は、前記受信品質の指標として受信電力又はSIR (Signal to Interference Ratio: 信号対干渉電力比) を用いることを特徴とする。

【0035】本発明のマルチビームアンテナ送受信装置は、受信アンテナ素子を配置した受信アレーアンテナと、前記受信アンテナ素子の出力を入力とし、入力した信号を受信処理して出力する無線受信手段と、前記無線受信手段の出力を入力として受信ビームを形成する受信ビーム形成手段と、前記受信ビーム形成手段の出力を入力とし、前記受信ビームに存在するユーザ信号のパス遅延/受信ビーム番号における総受信品質を計算してユーザ送信ビーム番号を出力し、前記パス遅延/受信ビーム番号を用いてユーザ受信データを出力するユーザ復調手段と、ユーザ送信データを入力し、変調処理を行ってユーザ変調信号を出力するユーザ変調処理手段と、前記ユーザ送信ビーム番号及び前記ユーザ変調信号を入力し、前記ユーザ送信ビーム番号に相当する送信ビームが形成されるように前記ユーザ変調信号を出力するユーザ送信ビーム切替手段と、前記ユーザ送信ビーム切替手段の出力を入力とし、前記送信ビームを形成する送信ビーム形成手段と、前記送信ビーム形成手段の出力を入力とし、入力した信号を送信処理して出力する無線送信手段と、前記無線送信手段の出力を送信する送信アンテナ素子を配置した送信アレーアンテナと、を備えることを特徴とする。

【0036】本発明のマルチビームアンテナ送受信装置は、前記ユーザ復調手段において、前記受信ビーム形成手段の出力からユーザ毎のパス遅延を検出し、前記パス遅延/受信ビーム番号を出力する受信ビームパス検出手段と、前記受信ビームパス検出手段の出力である前記パス遅延/受信ビーム番号におけるユーザ信号の受信品質から復調に用いる前記パス遅延/受信ビーム番号を選択するパス遅延/受信ビーム選択手段と、前記パス遅延/受信ビーム選択手段から通知された前記パス遅延/受信ビーム番号を用いて復調を行う復調処理手段と、前記受信ビームパス検出手段の出力である前記パス遅延/受信ビーム番号におけるユーザ信号の受信品質から前記受信ビーム毎のユーザ信号の総受信品質を計算する受信ビーム計算処理手段と、前記受信ビーム計算処理手段から通知された前記受信ビーム毎のユーザ信号の総受信品質から前記送信ビームを選択し前記ユーザ送信ビーム切替手段に通知する送信ビーム選択手段と、を備えることを特徴とする。

【0037】本発明のマルチビームアンテナ送受信装置は、前記受信ビーム計算処理手段において、前記受信ビームパス検出手段の出力である前記パス遅延/受信ビーム番号におけるユーザ信号の受信品質から前記受信ビーム毎のユーザ信号の総受信品質を計算する際に、受信品質の指標として受信電力を用い、総受信品質として総受信電力を計算することを特徴とする。

【0038】本発明のマルチビームアンテナ送受信装置は、前記受信ビーム計算処理手段において、前記受信ビームパス検出手段の出力である前記パス遅延/受信ビーム番号におけるユーザ信号の受信品質から前記受信ビーム毎のユーザ信号の総受信品質を計算する際に、受信品質の指標としてSIRを用い、総受信品質として総SIRを計算することを特徴とする。

【0039】本発明のマルチビームアンテナ送受信装置は、前記受信ビーム計算処理手段において、前記受信ビームパス検出手段の出力である前記パス遅延/受信ビーム番号におけるユーザ信号の受信品質から前記受信ビーム毎にユーザ信号の総受信品質を計算する際、一定の基準に基づいて選択した前記パス遅延/受信ビーム番号における受信品質を用いて前記受信ビーム毎にユーザ信号の総受信品質を計算することを特徴とする。

【0040】本発明のマルチビームアンテナ送受信装置は、前記受信ビーム計算処理手段において、前記一定の基準に基づいて選択した前記パス遅延/受信ビーム番号として受信品質の優れた上位P個 (Pは2以上の整数) の前記パス遅延/受信ビーム番号を選択することを特徴とする。

【0041】本発明のマルチビームアンテナ送受信装置は、前記受信ビーム計算処理手段において、前記一定の基準に基づいて選択した前記パス遅延/受信ビーム番号として受信品質が一定の受信品質基準を満たす最大Q個 (Qは2以上の整数) までの前記パス遅延/受信ビーム番号を選択することを特徴とする。

【0042】本発明のマルチビームアンテナ送受信装置は、前記受信ビーム計算処理手段において、前記一定の基準に基づいて選択した前記パス遅延/受信ビーム番号として、前記パス遅延/受信ビーム選択手段で選択された前記パス遅延/受信ビーム番号を用いることを特徴とする。

【0043】本発明のマルチビームアンテナ送受信方法は、複数の受信ビームと複数の送信ビームとを備えるマルチビームアンテナ送受信方法であって、前記複数の受信ビームに存在するユーザ信号のパス遅延の受信品質から計算した総受信品質に基づいて、前記送信ビームを選択することを特徴とする。

【0044】本発明のマルチビームアンテナ送受信方法は、複数の受信ビームと複数の送信ビームとを備えるマルチビームアンテナ送受信方法であって、前記複数の受信ビームに存在するユーザ信号の受信品質から計算した総受信品質に基づいて前記受信ビームを選択し、選択された前記受信ビームの方向に合致する方向又は近接する方向を有する前記送信ビームを選択することを特徴とする。

【0045】本発明のマルチビームアンテナ送受信方法は、前記受信品質の指標として受信電力又はSIRを用いることを特徴とする。

【0046】本発明のマルチビームアンテナ送受信方法は、受信アレーアンテナを構成する受信アンテナ素子の出力を入力とし、入力した信号を受信処理して出力する無線受信ステップと、前記無線受信ステップの出力を入力として受信ビームを形成する受信ビーム形成ステップと、前記受信ビーム形成ステップの出力を入力とし、前記受信ビームに存在するユーザ信号のパス遅延/受信ビーム番号における総受信品質を計算してユーザ送信ビーム番号を出力し、前記パス遅延/受信ビーム番号を用いてユーザ受信データを出力するユーザ復調ステップと、ユーザ送信データを入力し、変調処理を行ってユーザ変調信号を出力するユーザ変調処理ステップと、前記ユーザ送信ビーム番号及び前記ユーザ変調信号を入力し、前記ユーザ送信ビーム番号に相当する送信ビームが形成されるように前記ユーザ変調信号を出力するユーザ送信ビーム切替ステップと、前記ユーザ送信ビーム切替ステップの出力を入力とし、前記送信ビームを形成する送信ビーム形成ステップと、前記送信ビーム形成ステップの出力を入力とし、入力した信号を送信処理して送信アレーアンテナを構成する送信アンテナ素子へ出力する無線送信ステップと、を備えることを特徴とする。

【0047】本発明のマルチビームアンテナ送受信方法は、前記ユーザ復調ステップにおいて、前記受信ビーム形成ステップの出力からユーザ毎のパス遅延を検出し、前記パス遅延/受信ビーム番号を出力する受信ビームパス検出ステップと、前記受信ビームパス検出ステップの出力である前記パス遅延/受信ビーム番号におけるユーザ信号の受信品質から復調に用いる前記パス遅延/受信ビーム番号を選択するパス遅延/受信ビーム選択ステップと、前記パス遅延/受信ビーム選択ステップから通知された前記パス遅延/受信ビーム番号を用いて復調を行う復調処理ステップと、前記受信ビームパス検出ステップの出力である前記パス遅延/受信ビーム番号におけるユーザ信号の受信品質から前記受信ビーム毎のユーザ信号の総受信品質を計算する受信ビーム計算処理ステップと、前記受信ビーム計算処理ステップから通知された前記受信ビーム毎のユーザ信号の総受信品質から前記送信ビームを選択し前記ユーザ送信ビーム切替ステップに通知する送信ビーム選択ステップと、を備えることを特徴とする。

【0048】本発明のマルチビームアンテナ送受信方法は、前記受信ビーム計算処理ステップにおいて、前記受信ビームパス検出ステップの出力である前記パス遅延/受信ビーム番号におけるユーザ信号の受信品質から前記受信ビーム毎のユーザ信号の総受信品質を計算する際に、受信品質の指標として受信電力を用い、総受信品質として総受信電力を計算することを特徴とする。

【0049】本発明のマルチビームアンテナ送受信方法は、前記受信ビーム計算処理ステップにおいて、前記受信ビームパス検出ステップの出力である前記パス遅延/

受信ビーム番号におけるユーザ信号の受信品質から前記受信ビーム毎のユーザ信号の総受信品質を計算する際に、受信品質の指標としてSIRを用い、総受信品質として総SIRを計算することを特徴とする。

【0050】本発明のマルチビームアンテナ送受信方法は、前記受信ビーム計算処理ステップにおいて、前記受信ビームパス検出ステップの出力である前記パス遅延/受信ビーム番号におけるユーザ信号の受信品質から前記受信ビーム毎にユーザ信号の総受信品質を計算する際、一定の基準に基づいて選択した前記パス遅延/受信ビーム番号における受信品質を用いて前記受信ビーム毎にユーザ信号の総受信品質を計算することを特徴とする。

【0051】本発明のマルチビームアンテナ送受信方法は、前記受信ビーム計算処理ステップにおいて、前記一定の基準に基づいて選択した前記パス遅延/受信ビーム番号として受信品質の優れた上位P個(Pは2以上の整数)の前記パス遅延/受信ビーム番号を選択することを特徴とする。

【0052】本発明のマルチビームアンテナ送受信方法は、前記受信ビーム計算処理ステップにおいて、前記一定の基準に基づいて選択した前記パス遅延/受信ビーム番号として受信品質が一定の受信品質基準を満たす最大Q個(Qは2以上の整数)までの前記パス遅延/受信ビーム番号を選択することを特徴とする。

【0053】本発明のマルチビームアンテナ送受信方法は、前記受信ビーム計算処理ステップにおいて、前記一定の基準に基づいて選択した前記パス遅延/受信ビーム番号として、前記パス遅延/受信ビーム選択ステップで選択された前記パス遅延/受信ビーム番号を用いることを特徴とする。

【0054】本発明の送信ビーム選択方法は、受信ビームの出力からユーザの送信ビームを選択する送信ビーム選択方法であって、前記受信ビームに存在する前記ユーザの信号のパス遅延の受信品質から計算した総受信品質に基づいて、前記送信ビームを選択することを特徴とする。

【0055】本発明の送信ビーム選択方法は、受信ビームの出力からユーザの送信ビームを選択する送信ビーム選択方法であって、前記受信ビームに存在する前記ユーザの信号のパス遅延の受信品質から計算した総受信品質に基づいて前記受信ビームを選択し、選択された前記受信ビームの方向に合致する方向又は近接する方向を有する前記送信ビームを選択することを特徴とする。

【0056】上述した本発明のマルチビームアンテナ送受信装置を基地局に具備することを特徴とする。また、上述した本発明のマルチビームアンテナ送受信装置を移動局に具備することを特徴とする。

【0057】

【発明の実施の形態】本発明の実施形態について、図面を参照して詳細に説明する。ここでは、ユーザの数をし



( $L$ は1以上の整数)、受信アンテナ素子の数を $N$ ( $N$ は1以上の整数)、受信ビームの数を $M$ ( $M$ は1以上の整数)、送信ビームの数を $J$ ( $J$ は1以上の整数)、送信アンテナ素子の数を $K$ ( $K$ は1以上の整数)としている。従って、ユーザはユーザ1～ユーザ $L$ となり、ユーザ信号は $L$ 個あり、ユーザ1信号～ユーザ $L$ 信号となる。また、受信ビームは受信ビーム1～受信ビーム $M$ となり、送信ビームは送信ビーム1～送信ビーム $J$ となる。以下、上記のように設定した場合のマルチビームアンテナ送受信装置について説明する。

【0058】図1を参照すると、本発明によるマルチビームアンテナ送受信装置は、受信アレーアンテナ101と、受信アレーアンテナ101を構成する受信アンテナ素子102<sub>1</sub>～102<sub>N</sub>と、受信アンテナ素子102<sub>1</sub>～102<sub>N</sub>に対応するアンテナ1無線受信部103<sub>1</sub>～アンテナ $N$ 無線受信部103<sub>N</sub>(無線受信部103とも称す)と、受信ビーム1形成部104<sub>1</sub>～受信ビーム $M$ 形成部104<sub>M</sub>(受信ビーム形成部104とも称す)と、ユーザ1復調ブロック105<sub>1</sub>～ユーザ $L$ 復調ブロック105<sub>L</sub>(ユーザ復調ブロック105とも称す)と、ユーザ1変調処理部111<sub>1</sub>～ユーザ $L$ 変調処理部111<sub>L</sub>(ユーザ変調処理部111とも称す)と、ユーザ1送信ビーム切替回路112<sub>1</sub>～ユーザ $L$ 送信ビーム切替回路112<sub>L</sub>(ユーザ送信ビーム切替回路112とも称す)と、送信ビーム1形成部113<sub>1</sub>～送信ビーム $J$ 形成部113<sub>J</sub>(送信ビーム形成部113とも称す)と、送信アンテナ素子116<sub>1</sub>～116<sub>K</sub>に対応するアンテナ1無線送信部114<sub>1</sub>～アンテナ $K$ 無線送信部114<sub>K</sub>(無線送信部114とも称す)と、無線送信部114に対応する送信アンテナ素子116<sub>1</sub>～116<sub>K</sub>と、送信アンテナ素子116<sub>1</sub>～116<sub>K</sub>から成る送信アレーアンテナ115とを含んで構成される。

【0059】受信アンテナ素子102<sub>1</sub>～102<sub>N</sub>のアンテナ素子単体での水平面内および垂直面内指向性に制限はなく、例としてはオムニ(無指向性)、ダイポール(双極指向性)が挙げられる。 $N$ 個の受信アンテナ素子102<sub>1</sub>～102<sub>N</sub>は、受信信号が相関を有するように近接して配置される。ここで、受信アレーアンテナ101は、受信アンテナ素子102<sub>1</sub>～102<sub>N</sub>が近接して配置されていれば、受信アンテナ素子102<sub>1</sub>～102<sub>N</sub>の数、および配置の仕方に制限はない。配置の仕方の例としては搬送波の半波長間隔の円状配置、線状配置が挙げられる。

【0060】受信アンテナ素子102<sub>1</sub>～102<sub>N</sub>によって受信された各信号には、希望ユーザ信号成分と複数の干渉信号成分、及び熱雑音が含まれている。さらに希望ユーザ信号成分、干渉信号成分それぞれに複数のマルチパス成分が存在する。通常、それらの信号成分(マルチパス成分を含む希望ユーザ信号成分、干渉信号成分)は異なった方向から到来する。そのため、希望ユーザ信号

のパス遅延/受信ビーム番号の組は複数存在する。

【0061】アンテナ1無線受信部103<sub>1</sub>～アンテナ $N$ 無線受信部103<sub>N</sub>は、ローノイズアンプ、帯域制限フィルタ、ミキサ、局部発振器、AGC(Auto Gain Controller)、直交検波器、低域通過フィルタ、アナログ/ディジタル変換器などから構成される。ここで、アンテナ1無線受信部103<sub>1</sub>を例にとると、アンテナ1無線受信部103<sub>1</sub>は、受信アンテナ素子102<sub>1</sub>の出力を入力とし、入力信号の増幅、無線帯域から基底帯域への周波数変換、直交検波、アナログ/ディジタル変換などの受信処理を行い、受信ビーム1形成部104<sub>1</sub>～受信ビーム $M$ 形成部104<sub>M</sub>へと出力する。

【0062】受信ビーム1形成部104<sub>1</sub>～受信ビーム $M$ 形成部104<sub>M</sub>は、アンテナ1無線受信部103<sub>1</sub>～アンテナ $N$ 無線受信部103<sub>N</sub>の出力を入力とし、入力信号に対して受信ビーム形成部104毎に異なる固定受信ビームを形成し、ユーザ1復調ブロック105<sub>1</sub>～ユーザ $L$ 復調ブロック105<sub>L</sub>へと出力する。固定受信ビームの数、形状、および固定受信ビームの形成方法に制限はなく、固定受信ビームの形状の例としては直交マルチビームがあり、固定受信ビームの形成方法の例としてはディジタル演算により各入力信号に固定複素ビーム重みを乗じ総和を求める手法(ディジタルビームフォーミング)が挙げられる。また、図1では受信ビーム1形成部104<sub>1</sub>～受信ビーム $M$ 形成部104<sub>M</sub>がアンテナ1無線受信部103<sub>1</sub>～アンテナ $N$ 無線受信部103<sub>N</sub>の後段にあり、基底帯域のディジタル信号に対してビーム形成を行っているが、パトラーマトリクス等の無線帯域におけるビーム形成法を用いることも可能である。

【0063】受信ビーム1形成部104<sub>1</sub>～受信ビーム $M$ 形成部104<sub>M</sub>は、すべてのユーザ信号(ユーザ1信号～ユーザ $L$ 信号)成分とユーザ信号のマルチパス成分を含んだ状態の入力信号に対して、受信ビーム形成部104毎に異なる固定受信ビームを形成して、到来方向毎に入力信号を分離する。

【0064】ユーザ1復調ブロック105<sub>1</sub>～ユーザ $L$ 復調ブロック105<sub>L</sub>は、受信ビーム1バス検出部106<sub>1</sub>～受信ビーム $M$ バス検出部106<sub>M</sub>(受信ビームバス検出部106とも称す)と、バス遅延/受信ビーム選択部107と、受信ビーム1計算処理部108<sub>1</sub>～受信ビーム $M$ 計算処理部108<sub>M</sub>(受信ビーム計算処理部108とも称す)と、送信ビーム選択部109と、復調処理部110とから構成され、ユーザ1送信ビーム番号～ユーザ $L$ 送信ビーム番号(ユーザ送信ビーム番号)及びユーザ1受信データ～ユーザ $L$ 受信データ(ユーザ受信データ)を出力する。

【0065】以下、ユーザ1復調ブロック105<sub>1</sub>～ユーザ $L$ 復調ブロック105<sub>L</sub>のうちユーザ1復調ブロック105<sub>1</sub>を例にとって説明する。

【0066】ユーザ1復調ブロック105<sub>1</sub>は、受信ビーム1形成部104<sub>1</sub>～受信ビームM形成部104<sub>M</sub>の出力を入力とし、ユーザ1送信ビーム番号とユーザ1受信データとを出力する。

【0067】受信ビーム1バス検出部106<sub>1</sub>～受信ビームMバス検出部106<sub>M</sub>は、受信ビーム1形成部104<sub>1</sub>～受信ビームM形成部104<sub>M</sub>の出力を入力とし、それぞれの入力信号におけるユーザ信号のバス遅延を検出し、検出したバス遅延におけるユーザ信号の受信品質を測定して、バス遅延／受信ビーム番号などをバス遅延／受信ビーム選択部107と受信ビーム1計算処理部108<sub>1</sub>～受信ビームM計算処理部108<sub>M</sub>へと出力する。ここで、それぞれの入力信号にはユーザ1信号～ユーザL信号が多重されており、さらに伝搬遅延による各ユーザ信号のマルチバス成分が多重されている。ユーザ信号の多重方法に制限はなく、例としてはTDMA（時分割多元接続）、CDMA（符号分割多元接続）が挙げられる。また、多重された複数のユーザ信号の分離方法とマルチバス成分のバス遅延の検出方法および検出されるバス遅延の数に制限はない。さらに、測定する受信品質の指標と測定方法に制限はない。受信品質の指標の例としては、受信電力（受信レベル、受信電界強度なども含まれる。）、SIR（Signal to Interference Ratio：信号対干渉電力比）が挙げられる。SIRの他に、SINR（Signal to Interference-plus-Noise power Ratio：信号対干渉電力+雑音電力比）、SNR（Signal to Noise Ratio：信号対雑音比）などで表現される指標も含まれるものとする。

【0068】受信ビーム1バス検出部106<sub>1</sub>～受信ビームMバス検出部106<sub>M</sub>は、ユーザ信号の既知のシンボル（パイロットシンボル等）のみを用いて、バス検出および検出したバスに関するバス遅延におけるユーザ信号の受信品質の測定を行うことも可能である。

【0069】バス遅延／受信ビーム選択部107は、受信ビーム1バス検出部106<sub>1</sub>～受信ビームMバス検出部106<sub>M</sub>の出力であるバス遅延／受信ビーム番号におけるユーザ信号の受信品質情報を入力とし、ユーザ信号の受信品質に基づいて復調に用いるバス遅延／受信ビーム番号の組を選択して、選択したバス遅延／受信ビーム番号の組を復調処理部110へと出力する。

【0070】ここで、復調に用いるバス遅延／受信ビーム番号の組の選択方法に制限はなく、例としては受信品質の優れた上位A個（Aは2以上の整数）の組を選択する方法、一定の受信品質基準を満たす組を最大B個（Bは2以上の整数）まで選択する方法が挙げられる。

【0071】受信ビーム1計算処理部108<sub>1</sub>～受信ビームM計算処理部108<sub>M</sub>は、各受信ビームに対応する受信ビーム1バス検出部106<sub>1</sub>～受信ビームMバス検

出部106<sub>M</sub>の出力であるバス遅延／受信ビーム番号におけるユーザ信号の受信品質情報を入力とし、受信ビーム毎のユーザ信号の総受信品質を計算して、受信ビーム番号と受信ビーム毎のユーザ信号の総受信品質情報とを送信ビーム選択部109へと出力する。総受信品質とは、受信ビームに含まれるマルチバス成分（バス遅延）毎の受信品質の部分又は全体を計算（例えば、加算）したものである。

【0072】ここで、受信ビーム毎に計算するユーザ信号の総受信品質の指標として、受信ビーム毎に通知されたバス遅延／受信ビーム番号におけるユーザ信号の受信電力を用いる方法が挙げられる。

【0073】また、受信ビーム毎に計算するユーザ信号の総受信品質の指標として、受信ビーム毎に通知されたバス遅延／受信ビーム番号におけるユーザ信号のSIRを用いる方法が挙げられる。

【0074】受信ビーム1計算処理部108<sub>1</sub>～受信ビームM計算処理部108<sub>M</sub>において受信ビーム毎のユーザ信号の総受信品質を計算する際、計算を簡略化するために、一定の基準に基づいて選択したバス遅延／受信ビーム番号におけるユーザ信号の受信品質のみを用いて受信ビーム毎にユーザ信号の総受信品質を計算する手法も、本発明に含まれる。

【0075】ここで、一定の基準に基づいて選択したバス遅延／受信ビーム番号として、ユーザ信号の受信品質の優れた上位P個（Pは2以上の整数）のバス遅延／受信ビーム番号を用いる方法が挙げられる。

【0076】また、一定の基準に基づいて選択したバス遅延／受信ビーム番号として、ユーザ信号の受信品質が一定の受信品質基準を満たす最大Q個（Qは2以上の整数）までのバス遅延／受信ビーム番号を用いる方法が挙げられる。

【0077】さらに、一定の基準に基づいて選択したバス遅延／受信ビーム番号として、バス遅延／受信ビーム選択部107において選択されたバス遅延／受信ビーム番号を用いる方法が挙げられる。

【0078】送信ビーム選択部109は、受信ビーム1計算処理部108<sub>1</sub>～受信ビームM計算処理部108<sub>M</sub>の出力である受信ビーム番号とその受信ビームにおけるユーザ信号の総受信品質情報を入力とし、総受信品質の優れた受信ビーム番号と合致する方向又は近接する方向を有するユーザ1送信ビーム番号～ユーザL送信ビーム番号（ユーザ送信ビーム番号）をユーザ1送信ビーム切替回路112<sub>1</sub>へ出力する。

【0079】復調処理部110は、バス遅延／受信ビーム選択部107の出力であるバス遅延／受信ビーム番号におけるユーザ信号の受信品質情報を入力とし、入力されたバス遅延／受信ビーム番号に基づいて復調処理を行い、ユーザ1受信データを出力する。

【0080】ユーザ1変調処理部111<sub>1</sub>～ユーザL変

10

20

30

40

50

調処理部111<sub>1</sub>は、それぞれユーザ1送信データへユーザL送信データ（ユーザ送信データ）を入力とし、変調処理を行い、ユーザ1変調信号へユーザL変調信号（ユーザ変調信号）をユーザ1送信ビーム切替回路112<sub>1</sub>へユーザL送信ビーム切替回路112<sub>L</sub>へと出力する。

【0081】ユーザ1送信ビーム切替回路112<sub>1</sub>へユーザL送信ビーム切替回路112<sub>L</sub>は、ユーザ（ユーザ1～ユーザL）毎の送信ビーム選択部109の出力であるユーザ1送信ビーム番号へユーザL送信ビーム番号と、ユーザ1変調処理部111<sub>1</sub>へユーザL変調処理部111<sub>L</sub>の出力であるユーザ1変調信号へユーザL変調信号とを入力とし、送信ビーム1形成部113<sub>1</sub>～送信ビームJ形成部113<sub>J</sub>の中からユーザ毎のユーザ送信ビーム番号に相当する送信ビーム形成部113を選択してユーザ変調信号を出力する。

【0082】送信ビーム1形成部113<sub>1</sub>～送信ビームJ形成部113<sub>J</sub>は、ユーザ1送信ビーム切替回路112<sub>1</sub>へユーザL送信ビーム切替回路112<sub>L</sub>の出力を入力とし、入力信号に対して送信ビーム1形成部113<sub>1</sub>～送信ビームJ形成部113<sub>J</sub>、毎に異なる固定送信ビームを形成し、アンテナ1無線送信部114<sub>1</sub>～アンテナK無線送信部114<sub>K</sub>へと出力する。

【0083】固定送信ビームの数、形状、および固定送信ビームの形成方法に特に制限はなく、固定送信ビームの形状の例としては直交マルチビームがあり、固定送信ビームの形成方法の例としてはディジタル演算により各入力信号に固定複素ビーム重みを乗じる手法（ディジタルビームフォーミング）が挙げられる。また、図1では送信ビーム1形成部113<sub>1</sub>～受信ビームJ形成部113<sub>J</sub>がアンテナ1無線送信部114<sub>1</sub>～アンテナK無線送信部114<sub>K</sub>の前段にあり、基底帯域のディジタル信号に対してビーム形成を行っているが、パトラマトリクス等の無線帯域におけるビーム形成法を用いることも可能である。

【0084】アンテナ1無線送信部114<sub>1</sub>～アンテナK無線送信部114<sub>K</sub>は、アンプ、帯域制限フィルタ、ミキサ、局部発振器、直交変調、低域通過フィルタ、ディジタル／アナログ変換器などから構成される。ここで、アンテナ1無線送信部114<sub>1</sub>を例にとると、アンテナ1無線送信部114<sub>1</sub>は、送信ビーム1形成部113<sub>1</sub>～送信ビームJ形成部113<sub>J</sub>の出力を入力とし、入力した信号のディジタル／アナログ変換、直交変調、基底帯域から無線帯域への周波数変換、信号の増幅などの送信処理を行い、送信アンテナ素子116<sub>1</sub>へと出力する。

【0085】送信アレーアンテナ115は、K個の送信アンテナ素子116<sub>1</sub>～116<sub>K</sub>から構成される。送信アンテナ素子116<sub>1</sub>～116<sub>K</sub>のアンテナ素子単体での水平面内および垂直面内指向性に特に制限はなく、例とし

てはオムニ（無指向性）、ダイポール（双極指向性）が挙げられる。送信アンテナ素子116<sub>1</sub>～116<sub>K</sub>は、送信する信号が相関を有するように近接して配置される。ここで、送信アレーアンテナ115は、送信アンテナ素子116<sub>1</sub>～116<sub>K</sub>が近接して配置されていれば、配置の仕方に特に制限はない。例としては搬送波の半波長間隔の円状配置、線状配置が挙げられる。

【0086】送信アンテナ素子116<sub>1</sub>～116<sub>K</sub>は、アンテナ1無線送信部114<sub>1</sub>～アンテナK無線送信部114<sub>K</sub>の出力であるそれぞれの送信ビームによるユーザ信号が多重された信号を入力とし、送信を行う。

【0087】次に、受信ビーム番号の選択と送信ビーム番号の選択について、図2、図3、図4を参照して詳細に説明する。

【0088】図2は送信ビーム選択説明図で、説明に必要な構成品を中心に記載している。図3は受信品質テーブル、図4はビーム番号対比テーブルである。ユーザ番号が1、受信ビーム番号が1、2の場合における送信ビーム選択の動作を詳細に説明する。図2では、受信ビーム1～受信ビームM（受信ビーム）を示しているが、ここでは、受信ビーム1、受信ビーム2のみとして説明する。

【0089】受信ビーム計算処理部108は、受信ビーム1、受信ビーム2ごとのユーザ1信号の受信品質から総受信品質を図3のように計算（例えば、加算）する。受信ビーム番号と受信ビーム毎のユーザ1信号の総受信品質情報とを送信ビーム選択部109へ出力する。送信ビーム選択部109は、総受信品質の優れた受信ビームが受信ビーム2であるので、受信ビーム番号として2を選択する。次に、ビーム番号対比テーブル109<sub>1</sub>を参照して、受信ビーム2に合致する方向又は近接方向として対応している送信ビーム番号として1を選択する。次に、ユーザ1のユーザ1送信ビーム番号を1として、ユーザ1送信ビーム切替回路112<sub>1</sub>へ出力する。ユーザ1送信ビーム切替回路112<sub>1</sub>が、送信ビーム1を形成する送信ビーム1形成部113<sub>1</sub>に切替えることで、ユーザ1のユーザ1送信データは、形成された送信ビーム1で放射される。

【0090】本発明のマルチビームアンテナ送受信装置は、移動通信システムを構成する基地局や移動局に使用できることは当然である。

【0091】図5は、本発明のマルチビームアンテナ送受信方法を示すフローチャートである。図6は、本発明のマルチビームアンテナ送受信方法のユーザ復調ステップを示すフローチャートである。図1、5、6を使用して以下、マルチビームアンテナ送受信方法を説明する。

【0092】受信アレーアンテナ101を構成する受信アンテナ素子102<sub>1</sub>～受信アンテナ素子102<sub>M</sub>の出力を入力とし、入力した信号の増幅、周波数変換、直交検波、アナログ／ディジタル変換などの受信処理を行って

出力する（無線受信ステップS1）。この無線受信ステップS1は、アンテナ1無線受信部103<sub>1</sub>～アンテナN無線受信部103<sub>N</sub>による。

【0093】次に、無線受信ステップS1の出力を入力として受信ビームを形成する（受信ビーム形成ステップS2）。この受信ビーム形成ステップS2は、受信ビーム1形成部104<sub>1</sub>～受信ビームM形成部104<sub>M</sub>による。

【0094】受信ビーム形成ステップS2の出力を入力とし、受信ビームに存在するユーザ信号のバス遅延／受信ビーム番号における総受信品質を計算してユーザ送信ビーム番号を出力し、バス遅延／受信ビーム番号を用いてユーザ受信データを出力する（ユーザ復調ステップS3）。このユーザ復調ステップS3は、ユーザ1復調ブロック105<sub>1</sub>～ユーザL復調ブロック105<sub>L</sub>による。

【0095】ユーザ送信データを入力し、変調処理を行ってユーザ変調信号を出力する（ユーザ変調処理ステップS4）。このユーザ変調処理ステップS4は、ユーザ変調処理部111<sub>1</sub>～ユーザ変調処理部111<sub>L</sub>による。

【0096】ユーザ送信ビーム番号及びユーザ変調信号を入力し、ユーザ送信ビーム番号に相当する送信ビームが形成されるようにユーザ変調信号を出力する（ユーザ送信ビーム切替ステップS5）。このユーザ送信ビーム切替ステップS5は、ユーザ1送信ビーム切替回路112<sub>1</sub>～ユーザL送信ビーム切替回路112<sub>L</sub>による。

【0097】ユーザ送信ビーム切替ステップS5の出力を入力とし、送信ビームを形成する（送信ビーム形成ステップS6）。この送信ビーム形成ステップS6は、送信ビーム1形成部113<sub>1</sub>～送信ビームJ形成部113<sub>J</sub>による。

【0098】送信ビーム形成ステップS6の出力を入力とし、入力した信号のディジタル／アナログ変換、直交変調、周波数変換、増幅などの送信処理を行って送信アンテナ素子へ出力する（無線送信ステップS7）。この無線送信ステップS7は、アンテナ1無線送信部114<sub>1</sub>～アンテナK無線送信部114<sub>K</sub>、送信アレーアンテナ115によって行われる。

【0099】さらに、ユーザ復調ステップS3において、受信ビーム形成ステップS2の出力からユーザ毎のバス遅延を検出し、バス遅延／受信ビーム番号などを出力する（受信ビームバス検出ステップS31）。この受信ビームバス検出ステップS31は、受信ビーム1バス検出部106<sub>1</sub>～受信ビームMバス検出部106<sub>M</sub>による。

【0100】次に、受信ビームバス検出ステップS31の出力であるバス遅延／受信ビーム番号におけるユーザ信号の受信品質情報から復調に用いるバス遅延／受信ビーム番号を選択する（バス遅延／受信ビーム選択ステップS32）。このバス遅延／受信ビーム選択ステップS32は、バス遅延／受信ビーム選択部107による。

【0101】次に、バス遅延／受信ビーム選択ステップS32から通知されたバス遅延／受信ビーム番号を用いて復調を行う（復調処理ステップS33）。この復調処理ステップS33は、復調処理部110による。

【0102】次に、受信ビームバス検出ステップS31の出力であるバス遅延／受信ビーム番号におけるユーザ信号の受信品質情報から受信ビーム毎のユーザ信号の総受信品質を計算する（受信ビーム計算処理ステップS34）。この受信ビーム計算処理ステップS34は、受信ビーム1計算処理部108<sub>1</sub>～受信ビームM計算処理部108<sub>M</sub>による。

【0103】次に、受信ビーム計算処理ステップS34から通知された受信ビーム毎のユーザ信号の総受信品質情報から送信ビームを選択しユーザ送信ビーム切替ステップS5に通知する（送信ビーム選択ステップS35）。この送信ビーム選択ステップS35は、送信ビーム選択部109による。

【0104】なお、受信ビーム計算処理ステップS34において、受信ビームバス検出ステップS31の出力であるバス遅延／受信ビーム番号におけるユーザ信号の受信品質情報から受信ビーム毎のユーザ信号の総受信品質を計算する際に、受信品質の指標として受信電力を用い、総受信品質として総受信電力を計算する。

【0105】さらに、受信ビーム計算処理ステップS34において、受信ビームバス検出ステップS31の出力であるバス遅延／受信ビーム番号におけるユーザ信号の受信品質情報から受信ビーム毎のユーザ信号の総受信品質を計算する際に、受信品質の指標としてSIRを用い、総受信品質として総SIRを計算する。

【0106】さらに、受信ビーム計算処理ステップS34において、受信ビームバス検出ステップS31の出力であるバス遅延／受信ビーム番号におけるユーザ信号の受信品質情報から受信ビーム毎にユーザ信号の総受信品質を計算する際、一定の基準に基づいて選択したバス遅延／受信ビーム番号におけるユーザ信号の受信品質のみを用いて受信ビーム毎にユーザ信号の総受信品質を計算する。

【0107】さらに、受信ビーム計算処理ステップS34において、一定の基準に基づいて選択したバス遅延／受信ビーム番号におけるユーザ信号の受信品質の優れた上位P個（Pは2以上の整数）のバス遅延／受信ビーム番号を選択する。

【0108】さらに、受信ビーム計算処理ステップS34において、一定の基準に基づいて選択したバス遅延／受信ビーム番号におけるユーザ信号の受信品質が一定の受信品質基準を満たす最大Q個（Qは2以上の整数）までのバス遅延／受信ビーム番号を選択する。

【0109】さらに、受信ビーム計算処理ステップS34において、一定の基準に基づいて選択したバス遅延／受信ビーム番号として、バス遅延／受信ビーム選択部で

選択されたパス遅延／受信ビーム番号を用いる。

【0110】次に、本発明の効果について説明する。本発明では、受信ビーム（受信ビーム1～受信ビームM）毎のユーザ信号（ユーザ1信号～ユーザL信号）の総受信品質を計算し、総受信品質の優れた受信ビームと同一方向又は近接方向の送信ビームを選択するため、マルチパス環境においても最適な送信ビームを選択することができる。したがって、送信特性に優れる。

【0111】

【発明の効果】本発明の第1の効果は、送信特性が優れていることである。その理由は、受信ビーム毎にユーザ信号の総受信品質を計算し、総受信品質の優れた受信ビームと同一方向又は近接方向の送信ビームを選択するため、マルチパス環境においても最適な送信ビームを選択することができるからである。

【0112】第2の効果は、上り及び／又は下りの回線品質が優れることである。その理由は、第1の効果と同じで、総受信品質の優れた受信ビームと同一方向又は近接方向の送信ビームを選択できるからである。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明によるマルチビームアンテナ送受信装置の実施例を示すブロック図である。

【図2】送信ビーム選択説明図である。

【図3】受信品質テーブルである。

【図4】ビーム番号対比テーブルである。

【図5】本発明のマルチビームアンテナ送受信方法のフローチャートである。

【図6】本発明のマルチビームアンテナ送受信方法のユーザ復調ステップのフローチャートである。

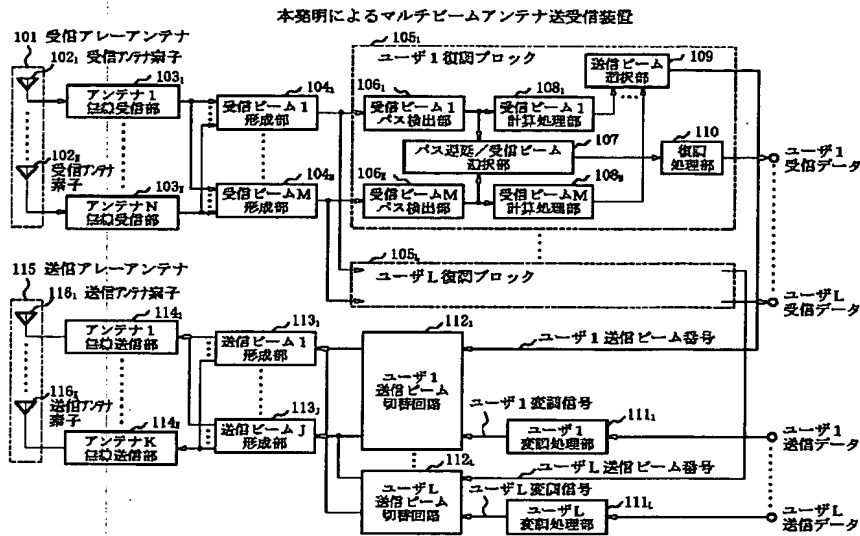
【図7】従来のマルチビームアンテナ送受信装置の実施例を示すブロック図である。

【符号の説明】

101 受信アレーアンテナ  
102<sub>1</sub>～102<sub>M</sub> 受信アンテナ素子  
103 無線受信部  
103<sub>1</sub> アンテナ1無線受信部  
103<sub>M</sub> アンテナN無線受信部  
104 受信ビーム形成部  
104<sub>1</sub> 受信ビーム1形成部  
104<sub>M</sub> 受信ビームM形成部  
105 ユーザ復調ブロック  
105<sub>1</sub> ユーザ1復調ブロック  
105<sub>L</sub> ユーザL復調ブロック

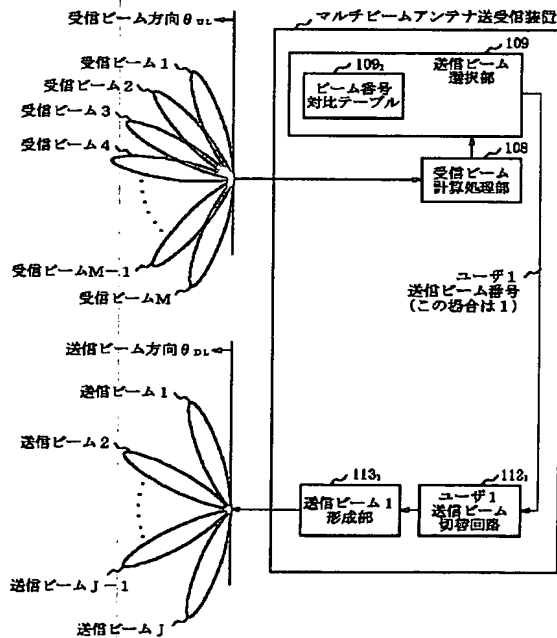
106 受信ビームパス検出部  
106<sub>1</sub> 受信ビーム1パス検出部  
106<sub>M</sub> 受信ビームMパス検出部  
107 パス遅延／受信ビーム選択部  
108 受信ビーム計算処理部  
108<sub>1</sub> 受信ビーム1計算処理部  
108<sub>M</sub> 受信ビームM計算処理部  
109 送信ビーム選択部  
109<sub>1</sub> ビーム番号対比テーブル  
110 復調処理部  
111 ユーザ変調処理部  
111<sub>1</sub> ユーザ1変調処理部  
111<sub>L</sub> ユーザL変調処理部  
112 ユーザ送信ビーム切替回路  
112<sub>1</sub> ユーザ1送信ビーム切替回路  
112<sub>L</sub> ユーザL送信ビーム切替回路  
113 送信ビーム形成部  
113<sub>1</sub> 送信ビーム1形成部  
113<sub>J</sub> 送信ビームJ形成部  
20 114 無線送信部  
114<sub>1</sub> アンテナ1無線送信部  
114<sub>K</sub> アンテナK無線送信部  
115 送信アレーアンテナ  
116<sub>1</sub>～116<sub>K</sub> 送信アンテナ素子  
201 受信アレーアンテナ  
202<sub>1</sub>～202<sub>M</sub> 受信アンテナ素子  
203<sub>1</sub> アンテナ1無線受信部  
203<sub>N</sub> アンテナN無線受信部  
204 受信ビーム形成部  
204<sub>1</sub> 受信ビーム1形成部  
204<sub>M</sub> 受信ビームM形成部  
205<sub>1</sub> ユーザ1復調ブロック  
205<sub>L</sub> ユーザL復調ブロック  
211<sub>1</sub> ユーザ1変調処理部  
211<sub>L</sub> ユーザL変調処理部  
212<sub>1</sub> ユーザ1送信ビーム切替回路  
212<sub>L</sub> ユーザL送信ビーム切替回路  
213<sub>1</sub> 送信ビーム1形成部  
213<sub>J</sub> 送信ビームJ形成部  
40 214<sub>1</sub> アンテナ1無線送信部  
214<sub>K</sub> アンテナK無線送信部  
215 送信アレーアンテナ  
216<sub>1</sub>～216<sub>K</sub> 送信アンテナ素子

【図1】



【図2】

送信ビーム選択説明図



【図3】

受信品質テーブル

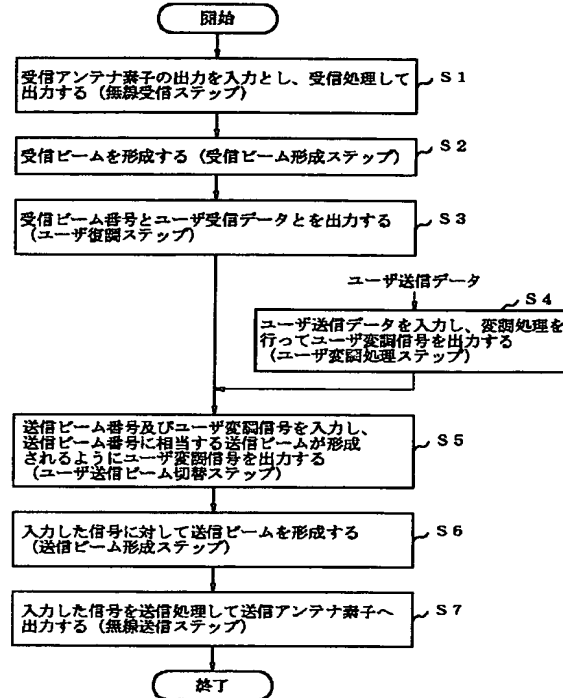
| ユーザ番号 | 受信ビーム番号 | パス遅延 | 受信品質 | 総受信品質 |
|-------|---------|------|------|-------|
| 1     | 1       | A    | 10   | 11    |
|       |         | B    |      |       |
|       |         | C    |      |       |
|       |         | D    | 1    |       |
|       | 2       | E    | 8    | 13    |
|       |         | F    |      |       |
|       |         | G    | 5    |       |
|       |         | H    |      |       |
| 2     |         |      |      |       |
| ...   |         |      |      |       |
| L     |         |      |      |       |

【図4】

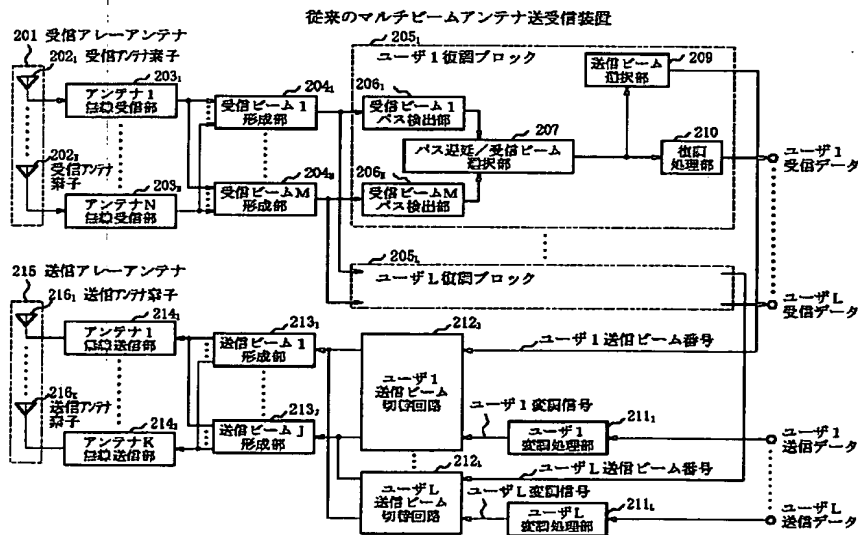
ビーム番号対比テーブル

| 受信ビーム<br>方向 $\theta_{0i}$ (度) | 受信ビーム番号 | 送信ビーム<br>方向 $\theta_{0j}$ (度) | 送信ビーム番号 |
|-------------------------------|---------|-------------------------------|---------|
| 20                            | 1       | 30                            | 1       |
| 40                            | 2       |                               |         |
| 60                            | 3       | 70                            | 2       |
| 80                            | 4       |                               |         |
| ⋮                             | ⋮       | ⋮                             | ⋮       |
| 140                           | M-1     | 150                           | J       |
| 160                           | M       |                               |         |

【図5】

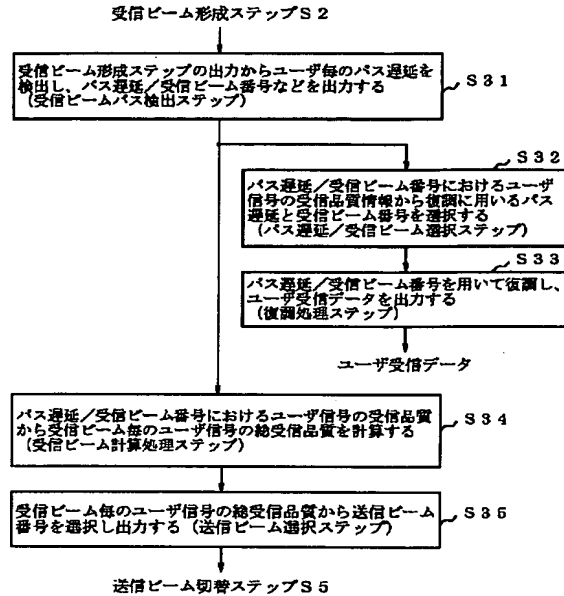
マルチビームアンテナ送受信方法の  
フローチャート

【図7】



【図6】

## ユーザ復調ステップのフローチャート



フロントページの続き

Fターム(参考) 5J021 AA05 DB01 DB04 EA04 FA13  
 FA31 FA32 GA02 HA02 HA06  
 HA10  
 5K022 FF00  
 5K059 BB01 CC02 CC03 DD01 DD04  
 DD10 DD24 EE02



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

☐ BLACK BORDERS

☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES

☐ FADED TEXT OR DRAWING

☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING

☐ SKEWED/SLANTED IMAGES

☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS

☐ GRAY SCALE DOCUMENTS

☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT

☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY

☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**